

PS-5 船内位置情報とリンクした現場作業習熟支援に関する研究

知識・データシステム系 * 疋田 賢次郎、沼野 正義
海洋リスク評価系 石村 恵以子

1. 背景・目的

船舶は航空機や自動車と異なり、個船毎に内部構造・配置・特性等が異なる。熟練船員においても、初めての船で業務を行うに当たっては慣熟が必要である。各機器が何処にあるか、各機器はどの機器と繋がっているか、その経路は何処を通過しているか、経路途中のバルブ・スイッチ・分岐の場所は等、燃料系・潤滑油系・冷却系（清水・海水）、電力系・通信系、空調系・清水供給系・海水供給系・汚水系（グレイ・ブラック）等、習熟しなければならない事項は多岐にわたる。

また、機器の配置が分かるだけでは充分では無い。ポンプやバルブ（弁）も取り付け箇所によって種類・容量等が異なる。各機器の特性、例えばメータで示される正常範囲や、操作手順の違いにも注意が必要である。

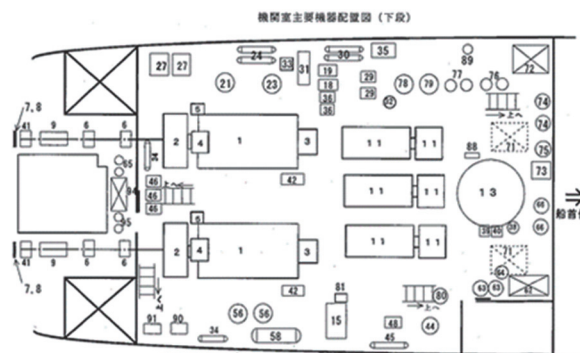
未熟練の新任者や、実習生においては習熟が一層重要である。そこで、実習生に代表されるあらゆる船員が、自船の各機器の配置等の現場作業の習熟に資するシステムにニーズがあると考えられる。システムは自学自習が可能であり、達成感を得られることが望ましい。また、指導者から学習状況を確認できれば、適切な指導が可能となる。

現在習熟は、本船図面や紙ベースの教材と現場実習によるが、かなりの手間と時間を要している。特に一般の商船においては、教材等はないため、通常業務の中で完成図書等の図面と現場を照らし合わせながら、各機器の位置・接続関係を習熟していくことになる。習熟の際、学習内容と各機器、及び自分自身の船内位置情報がリンクしていれば、学習の効率化・時間短縮、自学自習に資すると考えられるであろう。また、多様な船舶に対応するためには、現場の船員が船毎の情報を作成・編集することが容易である必要がある。一方、スマートフォンは近年広く普及しており、若年の実習生はスマートフォン等の UI（ユーザインタフェース）には既に習熟していると考えられる。この携帯端末を利用することは、システムの普及・活用に資する。

ここで、船毎に機器の仕様・配置等が異なる船舶向けの、船内位置情報とリンクした現場作業習熟支援のためのスマートフォン等の携帯端末を活用した教育実習支援システムについて報告する。

2. 実習状況の調査

我々は教育実習支援のための共同研究の一環として、教材調査、図面調査等と併せて本船での現場調査を行った。現場調査は、(独)海技教育機構の練習船を訪船し、実習状況に立ち会うことにより行った。



(a) 機関室 主要機器 配置図

番号	名 称	役 割
1	() %W/台、シリンダ径() mm×ピストン行程() mm×() cyl	
2		
3		
4		

(b) 機器配置 調査表

図-1 配置調査 教材例 (出典:海技教育機構 実習用課題)

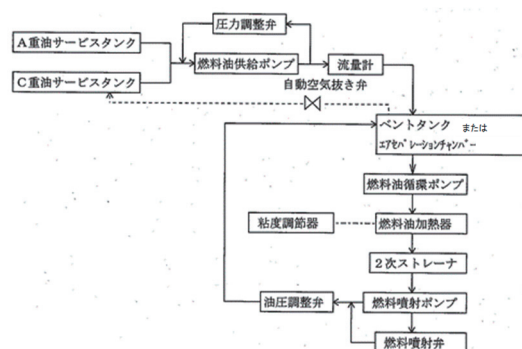


図-2 配管調査 燃料油 (F0, D0) 系統図 ¹⁾

機器の配置調査は、まず図-1 (a) に示す主要機器配置図が配布される。各機器に番号が振られており、その番号の機器を現場に赴いて確認し、図-1 (b) の調査表に機器の名称と役割を記入することにより行う。名称や役割の概要は現場の機器に貼り付けされているので、それを読み取り、必要有ればテキスト等から補足し記入する。配置調査は数名の班に分かれて行うため、各個人が個別に行うわけではない。

配管調査は、図-2 に示す系統図を理解した上で、それを元に、現場の配管をたどり、配管分岐や各バルブ形式等を含む詳細の系統図を現場確認及び資料から完成させるものである。系統図の流れを理解していても、実際の機関室等

は3次元空間であり、現実の各機器・配管の位置と系統図上の各機器・配管等を照合することは難しい。

以上の配置調査・配管調査より実習生は、燃料油（F0, D0）、潤滑油（L0）、冷却水（清水・海水）その他各種配管等について、以下を理解する。

- ・各機器・配管の名称と機能
- ・系統図（各機器の入力と出力の関係）
- ・物理的な各機器・配管の船内での位置

つまり、系統図上の各機器・配管等とその物理的な位置が、頭の中で照合できていることになる。

前述の様にこれは実習生には難しく、理解・習熟に時間を要する。以上の現場での実習状況調査より、自分自身、及び各機器・配管等の船内位置情報と、各機器の名称・機能や系統図等の情報をリンクすることによる、学習効率や自習機能の向上には、一定のニーズがあると判断した。

3. 試設計・試作

船内位置情報とリンクした実習支援システムの試作に当たっては、以下の課題があると考えられる。

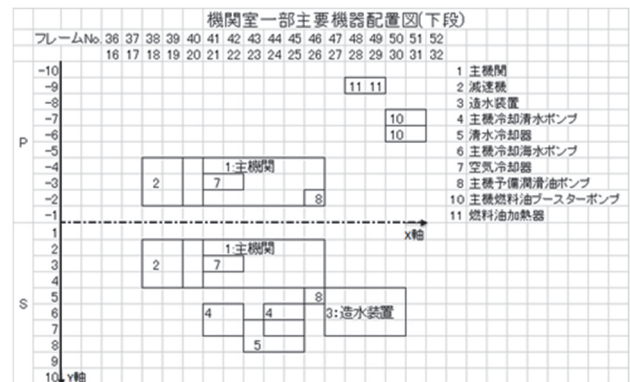
- ・スタンドアロンの携帯端末（スマートフォン、タブレット等）で動作可能な軽いシステム
- ・船内位置（地図）の表示方法
- ・各機器名称・機能と船内位置の記述方法
- ・自分自身の位置の特定方法
- ・プログラミング専門家以外でも容易に作成・編集可能

船内位置の表記方法については、デジタル化された図面を丸ごと取り込み、例えば全て3Dで表示することも考えられるが、不必要にデータが大きくなり、スタンドアロンの携帯端末で動作させることを考慮すると現実的では無い。そこで、理解しやすい二次元の模式図をベースとすることとした。図-3(a)に示す様に、本船のフレームスペース（700mm）を基準としたセルを設定し、船の船首尾・左右舷方向の位置を表すこととした。

各機器の名称や機能の記述については、これまでのマルチエージェントを用いた船舶管理支援システムの検討で得られた知見を利用し^{2) 3)}、船内での位置（座標）と併せてXML形式で記述することとした。図-3(b)にXML形式での通路位置と接続関係の記述書式例を示す。フレームスペースより短い間隔での位置の表現や、配管の記述書式については引き続き検討を進めている。

閉鎖空間における自身の位置の特定（屋内位置測位）には、電波や光学的手法等があるが、鋼鉄製の見通しの悪い機関室内では、技術的にもコスト的にも現状の手法は現実的では無い。そこで各機器や要所となる場所毎に番号を振り、その番号を入力することにより船内地図上の位置を特定することとした。番号の入力は、バーコード等の読み取りによっても良く、バーコードの貼り付けの向きにより、自分自身の向きも特定できる。

以上の実習支援システムについては、可能な要素から、一部試作を行っているところである。



(a) 機関室 下段(Bottom) 配置図

```

<通路>
<位置>
  <X>22</X>
  <Y>S1</Y>
<フロア>B</フロア>
<隣接>15</隣接>
<位置/>
<位置>
  <X>22</X>
  <Y>P1</Y>
<フロア>B</フロア>
<隣接>13</隣接>
<位置/>
</通路>

```

通路の表記例

位置タブ: XY座標で位置を記述

フロアタブ: 機関室内の Bottom,

Mid, Top のどの階層か記述

隣接タブ: 前後左右のセルとの

接続状態を各 1bit, 計 4bit で記述

(b) XML 位置表記例

図-3 配置図とXML表記

4. まとめ

練習船における、主要機器配置調査・配管調査より、船内での自身及び各機器・配管等の位置情報と、その名称・機能等のリンクにニーズがあることを確認した。船員により、作成・編集が容易な配置図及び名称・機能等の記述方法として、XML形式を採用し、一部について記述書式を定義した。引き続き、書式定義を進めると共に、機能の一部についてシステムを試作し、現場の教員等による評価・改良を実施する予定である。

謝辞

本研究は、独立行政法人海技教育機構の共同研究として、資料提供、練習船実習状況調査等において協力を得て実施しました。関係各位に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 練習船テキスト 三級海技士機関科編, (独)航海訓練所, (2014).
- 2) 沼野正義, 石村恵以子, 足田賢次郎, マルチエージェントを用いた船舶管理支援システム-I システムの構成-, 日本マリンエンジニアリング学会, 第 90 回学術講演会論文集, (2020).
- 3) 石村恵以子, 沼野正義, 足田賢次郎, マルチエージェントを用いた船舶管理支援システム-II 機関室での保守点検整備作業への支援-, 日本マリンエンジニアリング学会, 第 90 回学術講演会論文集, (2020).